

AVALIAÇÃO TERMOGRÁFICA E AS QUEIXAS ÁLGICAS DOS ATLETAS DE NATAÇÃO DE UM COMPLEXO AQUÁTICO

Priscila Mantovani Nocetti¹, Eliandra Marques da Silva², Joana Sell², Romulo Nolasco de Brito¹, Clarissa M. Comim¹

¹ Docentes do Curso de Fisioterapia, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, SC, Brasil

² Discentes do Curso de Fisioterapia, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, SC, Brasil

Resumo: Objetivo: Verificar as regiões de maior aumento de temperatura nos nadadores e a correlação das imagens com as queixas álgicas. **Métodos:** Trata-se de um estudo clínico observacional, transversal do tipo censo, composta por 12 atletas de natação do complexo aquático/ANADO. Os instrumentos da coleta de dados foram: ficha de avaliação, mapa de desconforto, escala analógica visual (EVA) e para as imagens, utilizada a câmera termográfica. As coletas foram realizadas individualmente com seus devidos trajes de banho em uma sala previamente organizada. **Resultados:** A amostra foi composta por 6 nadadores do sexo masculino com média de idade de $19,8 \pm 2,6$ e 6 do sexo feminino com média $18,0 \pm 4,2$. Quanto às queixas álgicas, 7 atletas referiram dor em diferentes locais, sendo o ombro ($p=0,048$) e braço ($p=0,049$) os locais mais incidentes e intensidade moderada, a maior queixa. Em relação à temperatura, os homens apresentaram maior temperatura, quando comparados ao sexo feminino nos seguintes segmentos corporais: ombro direito anterior ($p=0,001$); ombro esquerdo anterior ($p=0,002$); ombro esquerdo posterior ($p=0,005$); braço direito anterior ($p=0,001$); braço esquerdo anterior ($p=0,002$); braço direito posterior ($0,015$); braço esquerdo posterior ($0,009$) e coxa anterior e posterior direita ($p=0,006$) e ($p=0,005$). Houve diferença significativa quando comparada a dor entre os sexos, e as mulheres apresentaram mais queixas álgicas ($p=0,049$). Os atletas que treinam há menos tempo, referiram mais dor ($p=0,040$), mostrando assim que não houve correlação entre dor e temperatura. **Conclusão:** Conclui-se que as regiões de maior aumento de temperatura em ambos os sexos foram ombro esquerdo posterior e braço esquerdo posterior, não havendo a correlação das queixas álgicas com a da temperatura corporal.

Palavras-chave: termografia; lesão; dor; temperatura, avaliação.

Abstract: Objective: To verify regions of temperature increasing in swimmers and to verify the correlation of the images with pain complaints. **Method:** This is an observational, cross-sectional clinical study of the census type, composed of 12 swimming athletes from the Aquatic Complex/ANADO. The instruments of data collection were: evaluation and identification form, discomfort map, visual analogue scale (EVA) and a thermography camera was used for the capture of the images. Data collect was made individually with athletes wearing their appropriate swimsuits in a previously organized room. **Results:** The sample consisted of 6 male swimmers and 6 female swimmers. As for the pain complaints 7 athletes reported pain in different body parts, being the shoulder ($p = 0.048$) and arm ($p = 0.049$) the most prevalent segments, and the most frequent complaint was moderate intensity pain. Regarding temperature, men presented higher temperature when compared to females in the following body segments: front right shoulder ($p=0.001$); front left shoulder ($p = 0.002$); back left shoulder ($p=0.005$); right arm ($p=0.001$); front left arm ($p=0.002$); back right arm (0.015), back left arm (0.009) and front right and back thigh ($p=0.006$) and ($p=0.005$). There was a significant difference when compared pain between male and female, women presenting more pain complaints ($p=0.049$) and athletes with less training time ($p=0.040$). Thus, there was no correlation between pain and temperature. **Conclusions:** It's concluded that the region of highest temperature in both genders was back left shoulder and back left arm, and there was no correlation between pain complaints and body temperature.

Keywords: thermography; swimming; injury

INTRODUÇÃO

A natação é um dos esportes mais praticados desde a infância, podendo ser praticada tanto como lazer quanto para treinamento em nível competitivo. É considerada um dos esportes mais voltados para a saúde, por ser uma prática de baixo impacto, sendo assim é um dos esportes mais completos que visa a preservação da saúde, do sistema cardiorrespiratório e músculo-esquelético.^{1,2}

Esta modalidade apresenta diferentes estilos sendo: crawl, borboleta, peito e costas. Alguns estilos apresentam movimentos simultâneos, alternados ou cíclicos, sua força de impulsão acontece primariamente a partir do recrutamento muscular dos membros superiores, ocasionando uma maior solicitação dessas estruturas, a maior prevalência está na articulação do ombro, sendo esta a articulação mais exigida gerando estresse e desequilíbrio musculares.^{1,2,3}

O movimento repetitivo acima da linha da cabeça provoca dor e desencadeia incapacidade de realizar o movimento, ou até mesmo ocasiona lesões. Essas lesões decorrentes do movimento repetitivo são designadas como lesões por overuse. Podendo ser caracterizados como overtraining (super treinamento), sobrecarga ou a iniciação esportiva precoce.⁴

Por ano, os atletas de elite, realizam nos treinos mais de 1.000.000 de braçadas. A intensidade dos treinos, e a quantidade de competições e o desgaste físico e os fatores psicológicos interferem diretamente nas queixas algicas nos atletas e seu desenvolvimento²⁻⁴. Por esse motivo, a natação faz com que esses atletas atuem no limite da sua exaustão, e assim sejam mais suscetíveis a lesões.^{4,5}

Essas lesões podem ser macrotraumas/lesões agudas (lesões musculares, ligamentares, fraturas e luxações) ou po-

dem ser microtraumas (tendinites, bursites e fraturas por estresse). A sobrecarga sobre o músculo esquelético, provoca microtraumas durante um determinado tempo que resultam em uma lesão crônica.^{6,7} A maior frequência de lesões ocorre nos tecidos moles, sendo eles ligamentos, tendões e músculos. Sua causa é decorrente de competições e excesso de treinamento gerando a incapacidade.⁷ Em muitos casos, a dor é decorrente de um processo inflamatório instalado, para reparo tecidual. O processo inflamatório pode ser muito intenso, podendo haver uma redução da amplitude e incapacidade na realização do movimento.^{8,9,10}

A cada ano que passa a evolução e as exigências físicas em relação aos atletas tem aumentado, a utilização de novos recursos vem sendo incrementada na área desportiva. A termografia é um dos recursos que está crescendo dentro desta área, buscando assim aumentar a segurança do atleta e reduzir a incidência de lesões.^{5,11} Por esse motivo a detecção precoce de dor e ou lesões faz-se necessário. As alternativas utilizadas para avaliar e diagnosticar lesões musculares decorrentes do exercício físico são: medição da atividade de enzimas plasmáticas (como a creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH), troponina I e mioglobina). Pode-se fazer registros da ação voluntária máxima, para assim obter respostas subjetivas de dor por meio de escala de percepção, ressonância magnética, ultrassonografia, tomografia, eletromiografia de superfície e termografia.^{9,10,12} Além disso, estudos afirmam que a presença de lesão muscular, também pode ser verificada pela variação térmica no local da região comprometida, gerando um aumento da temperatura local, causado pelo aumento de fluxo sanguíneo na área afetada.^{5,10} Portanto a termografia vem sendo utilizada como um método complementar para diagnóstico de lesões causadas pelo treinamento e no

esporte.^{9,12}

Através do registro das imagens, a luz infravermelha emitida pelo corpo mostra mudanças na temperatura corporal relacionadas à alteração no fluxo sanguíneo.²³ Não é um método que mostra anormalidades anatômicas, porém é capaz de mostrar mudanças fisiológicas.¹⁰ Assim, a análise das imagens infravermelhas tem vantagens como ser uma técnica de baixo custo; não-invasiva; indolor; sem contato; inofensiva; sem riscos ao paciente; sem radiação ionizante; captando as temperaturas de uma superfície em imagens em tempo real, auxiliando o diagnóstico durante a recuperação.^{9,10,13}

Segundo a definição de Brioschi, Macedo¹⁰ [...] o termógrafo é um dispositivo que capta a radiação infravermelha, emitida em todos os corpos acima do zero absoluto. Essa radiação é transformada em uma imagem, caracterizada por um espectro de diferentes cores, variáveis, conforme a temperatura relativa de cada região corporal[...].¹⁰

A imagem térmica pode ser empregada como diagnóstico e acompanhamento progressivo de múltiplas doenças, sendo de grande importância para área da saúde, tanto como um exame adicional para prevenção de lesões e sintomatologia do atleta, podendo também identificar alterações de simetria corporal.^{9,10,12,13} Desta forma o presente estudo teve como objetivo verificar as regiões de maior aumento de temperatura nos nadadores e verificar a correlação das imagens com as queixas algicas.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo clínico observacional, transversal, a pesquisa tem caráter do tipo censo, na qual foram contatados todos atletas das categorias juvenil, júnior e sênior composta no total de 16 atletas

pertencentes à equipe de natação do Complexo Aquático/ANADO. Destes, apenas 12 atenderam os critérios de inclusão que foram: atletas das categorias juvenil, júnior e sênior com idade de 16 a 24 anos pertencentes a equipe principal do Complexo Aquático/ANADO, que tenham mais de um ano de treinamento consecutivo, que participem de competições e que compareçam aos treinos diários de segunda-feira a sábado. Aos critérios de exclusão foram: ter realizado algum tipo de tratamento medicamentoso e fisioterapêutico nos últimos 30 dias prévios à avaliação, nadadores que se encontram afastados dos treinamentos e os atletas que não assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Após a aprovação do projeto pelo comitê de ética em pesquisa, sob o número CAAE: 70420117.0.0000.5369, foi realizada uma reunião onde os atletas foram orientados.⁵ A coleta de dados foi realizada na fase de polimento, em que esses atletas teoricamente estão em uma fase de descanso, na semana da competição.

Todos os atletas foram reunidos em uma sala do Complexo Aquático. Cada um preencheu uma ficha de identificação composta por nome; data de nascimento; idade; sexo; categoria; tempo de treinamento; principal prova; principal estilo; se apresenta dor; o mapa de desconforto onde marcaram X na área determinada do corpo para qualificar alguma dor/desconforto de acordo com a Escala Visual Analógica da Dor (EVA), que classifica de acordo com seu grau de dor sendo 0 ausência de dor e 10 o nível de dor máxima suportável pelo paciente. No presente estudo a dor foi dividida em: dor leve classificada de 0-2, dor moderada de 3-7 e dor grave 8-10. As imagens foram realizadas dez minutos pós-treino, no período da tarde. Os atletas permaneceram por 20 minutos na posição ortostática para estabilizar a temperatura corporal, antes que se iniciasse a coleta

das imagens.¹² As imagens foram realizada através da câmera termográfica (Flir® Systems modelo E63900 – com resolução 160 x 120 e sensibilidade < 0,06°C. E um computador (com o software específico para aquisição e processamento de imagens termográficas Flir Tools®, na qual foi possível identificar através de fotografias em cores (baixa na cor azul e temperaturas mais altas na cor vermelha).¹² Os atletas permaneceram em uma posição anatômica diante do avaliador, a uma distância de 1,30 metros da câmera, para a medição de duas imagens termográficas nas regiões anterior e posterior do corpo.

Para cada atleta foram realizadas quatro imagens termográficas (duas anteriores e duas posteriores). Foram considerados pontos de referência anatômicos para definir as áreas de interesse: ombro, braço, lombar, coxa, perna, sempre analisados bilateralmente e na vista anterior e posterior.

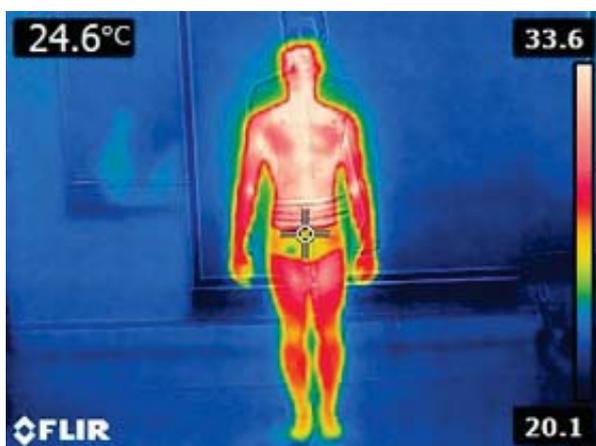


Figura 1 Paciente de Frente

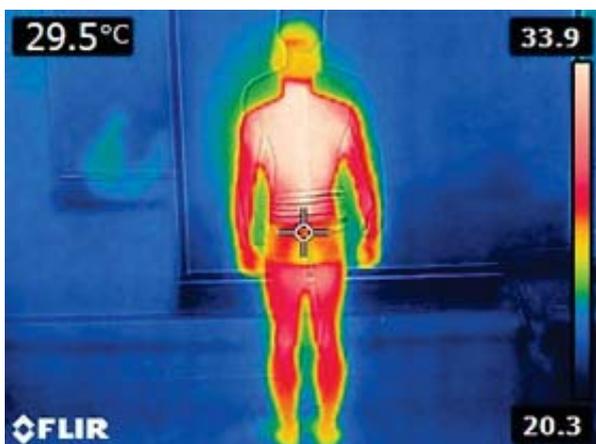


Figura 2 Paciente de Costas

Para elaboração dos resultados foi elaborado um banco de dados em planilha do Microsoft Excel®, posteriormente exportada para o software IBM SPSS Statistics 22.0®, para realização da análise estatística. As variáveis estatisticamente significantes foram mostradas com o valor de $p < 0,05$.

Os resultados foram sumarizados como números absolutos e percentuais para variáveis nominais e média e desvio padrão para variáveis numéricas. Foi realizado o teste de normalidade Shapiro Wilk. As associações foram avaliadas por meio do **Teste T de Student** e **Coefficiente de Correlação de Pearson**. O **Teste de Qui Quadrado** foi utilizado para avaliar associação entre variáveis nominais ou categóricas. Para análise das imagens foi utilizado o software Flir Tools®, permitindo o tratamento da imagem, e os contrastes necessários para a visualização e identificação da temperatura local de cada região.

RESULTADOS

A amostra do estudo foi composta por 12 atletas de natação da equipe do Complexo Aquático/ ANADO, sendo 6 nadadores do sexo masculino com média de idade de 19,8 anos ($\pm 2,66$) e 6 do sexo feminino com média de idade 18,0 anos ($\pm 4,2$). Quanto à média do tempo de treinamento entre sexos feminino 7,8 anos ($\pm 3,4$) e masculino 7,1 anos ($\pm 5,9$) não havendo diferença de idade ($p = 0,39$) ou de tempo de treinamento ($p = 0,81$) entre sexos. Quanto ao melhor estilo de nado 7 (58.3%) atletas nadam o estilo crawl, 2 (16,7%) atletas o estilo costas, 2 (16,35%) atletas o estilo borboleta e 1 (8,3%) o estilo peito, não havendo diferença estatisticamente significativa em relação aos estilos ($p = 0,06$). Em relação à distância, não houve significância ($p = 0,36$), entre os nadadores, 2 nadam prova de 50 me-

tros (16,7%), 6 (50%) nadam 100 metros e apenas 4 (33,3%) nadam 200 metros. Dos 12 atletas, 7 apresentaram dor local em determinadas regiões sendo que 1 atleta apresentou dor na região do ombro anterior (8,3%), 2 na região de braço posterior (16,7%), 2 na região de braço anterior (16,7%); 1 atleta referiu dor na região posterior da perna (8,3%) e 1 atleta na região das costas mais especificamente na região lombar (8,3). Com relação a escala visual analógica (EVA), 3 atletas apresentaram dor leve (16,7), 4 atletas dor moderada (33,3%) e apenas 1 dor grave (8,3%).

TABELA 1 Dados de identificação dos atletas da equipe de natação do complexo aquático/ ANADO.

Variáveis	Frequencia	(%)	Média(±)	Valor de P
SEXO				
Feminino	6		18,0 ± 4,2	
Masculino	6		19,8 ± 2,6	
TEMPO DE TREINAMENTO (ANOS)				
Feminino	6		7,8 ± 3,4	p=0,81
Masculino	6		7,1 ± 5,9	
ESTILO				
CR	7	58,3		p=0,062
COSTA	2	16,7		
PEITO	1	8,3		
BORBOLETA	2	16,3		
PROVA PRINCIPAL				
50M	2	16,7		p=0,36
100M	6	50		
200M	4	33,3		
DOR				
Sim	7	58,3		p=0,56
Não	5	41,7		
LOCAL DA DOR				
Ombro	1	8,3		p=0,30
Braço Anterior	2	16,7		
Braço Posterior	2	16,7		
Coxa Posterior	1	8,3		
Posterior Coluna Lombar	1	8,3		
EVA				
Dor Leve	2	16,7		p=0,34
Dor Moderada	4	33,3		
Dor Grave	1	8,3		

Quanto ao sexo, tempo de treinamento, principal estilo, principal prova se apresentava dor, local e classificação da dor através da EVA, locais e intensidades. As variáveis em relação ao sexo e tempo de treinamento são descritas como frequência, média e desvio padrão. E as outras variáveis como frequência porcentagem (%), valor de p utilizado para comparação entre o grupo, sendo p<0,05 resultado significativo.

Em ambas não houve diferença estatisticamente significativa tanto para o local da dor (p= 0,30), quanto para a EVA (p= 0,34) conforme mostra a tabela 1.

Não havendo resultados estatisticamente significativos na tabela 1, houve a necessidade de fazer uma divisão entre sexos e através dessa tabela foi possível observar as regiões de maior aumento de temperatura.

A tabela 2 apresenta os locais e valores da temperatura corporal média dos atletas dos sexos feminino e masculino, coletadas por meio da câmera termográfica, da equipe de natação do Complexo Aquático/ANADO. Observou-se que os atletas do sexo masculino apresentaram temperaturas mais elevadas em relação ao feminino nos seguintes segmentos corporais, respectivamente: ombro direito anterior (p=0,001) e esquerdo anterior (p=0,002); e ombro esquerdo em região posterior (p=0,005); braço direito anterior (p=0,001) e esquerdo anterior (p=0,002); braço direito posterior (p=0,015) e esquerdo posterior (p=0,009); coxa direita anterior (p=0,006) e

TABELA 2 Valores da temperatura média por região corporal em atletas masculino e femininos da equipe de Natação do Complexo Aquático/ANADO.

LOCAL	TEMPERATURA MÉDICA	TEMPERATURA MÉDICA	Valor de P
	Masculino	Feminino	
Ombro direito anterior	32,4 ± 0,49	30,8 ± 0,69	p=0,001
Ombro esquerdo anterior	32,3 ± 0,72	30,8 ± 0,45	p=0,002
Ombro direito posterior	32,2 ± 0,70	31,4 ± 0,90	p=0,132
Ombro esquerdo posterior	32,5 ± 0,55	31,3 ± 0,59	p=0,005
Braço direito anterior	31,8 ± 0,72	23,9 ± 0,54	p=0,001
Braço esquerdo anterior	31,7 ± 0,79	29,9 ± 0,75	p=0,002
Braço direito posterior	30,8 ± 1,38	29,9 ± 0,68	p=0,015
Braço esquerdo posterior	31,1 ± 1,17	28,9 ± 0,77	p=0,009
Lombar	31,8 ± 0,87	31,0 ± 0,73	p=0,111
Coxa direita anterior	31,0 ± 0,92	29,3 ± 0,79	p=0,006
Coxa esquerda anterior	31,2 ± 1,14	29,2 ± 0,75	p=0,005
Coxa direita posterior	30,5 ± 1,29	29,4 ± 0,94	p=0,151
Coxa esquerda posterior	30,7 ± 1,35	29,8 ± 0,97	p=0,259
Perna posterior direita	29,8 ± 0,45	28,7 ± 0,74	p=0,014
Perna posterior esquerda	30,0 ± 0,84	28,4 ± 1,12	p=0,024

As variáveis em relação ao sexo e tempo de treinamento são descritas como média e desvio padrão e valor de p, para comparação entre sexos foi utilizado p<0,05 como resultado significativo.



esquerda anterior ($p=0,005$); perna direita posterior ($p=0,014$) e esquerda posterior ($0,024$).

Portanto, como mostra a tabela 2, houve diferença significativa entre sexos em relação ao aumento da temperatura.

Já na tabela 3 foram apresentadas as variáveis relacionadas a frequência de queixas algicas referidas pelos atletas de natação do Complexo Aquático/ANADO. Observa-se que houve diferença estatística na variável presença de dor entre os sexos, sendo que as atletas do sexo feminino apresentaram mais queixas algicas ($p= 0,049$), quando comparados ao sexo masculino. Quanto ao tempo de treinamento houve diferença significativa, sendo que os atletas que treinavam há menos tempo referiram mais dor ($p=0,040$). Já com relação ao estilo de nado, os atletas que nadam crawl referiram presença de dor quando comparado aos outros estilos ($p=0,021$).

TABELA 3 Frequência da dor referida pelos atletas de natação do complexo aquático/ ANADO, em relação da presença de dor e a sua frequência relacionando: sexos, tempo de treinamento, prova principal estilo e o local da dor.

PRESENÇA DE DOR	FREQUENCIA	VALOR DE P
SEXO		$p=0,049$
Masculino	2	
Feminino	5	
TIPO DE TREINAMENTO		$p=0,040$
Menos que 10 anos	5	
Mais que 10 anos	2	
PROVA PRINCIPAL		$p=0,050$
50M	1	
100M	5	
200M	1	
ESTILO		
Crawl	5	
Costa	1	
Peito	0	
Borboleta	1	
LOCAL DA DOR		$p=0,135$
Ombro anterior	1	
Braço posterior	2	
Coxa posterior	2	
Lombar	1	

As variáveis sexo, tempo de treinamento, prova principal, estilo, local da dor são descritas como frequência. Valor p. foi utilizado para comparação entre sexos, sendo $p<0,05$ resultado significativo.

Na tabela 4 mostra as diferentes regiões do corpo, com relação a aqueles atletas que apresentavam ou não, dor. Houve significância estatística na região do ombro esquerdo anterior que apresentou dor, e a temperatura de $31,17^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,74$) e não apresentou dor com temperatura de $32,16^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1,03$) sendo ($p=0,048$). Outro local com significância foi o braço esquerdo anterior; os atletas que relataram dor, a temperatura de $30,58^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1,38$) e os que não relataram dor apresentaram $31,20^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,96$) de temperatura corporal sendo ($p=0,049$), a coxa anterior direita também apresentou significância, os que tiveram dor a temperatura foi de $30,10$ ($\pm 1,18$) e os que não tinham dor a temperatura corporal $30,36$ ($\pm 1,38$) sendo $p=0,006$, e a coxa anterior esquerda os que apresentavam dor com temperatura de $30,05$ ($\pm 1,19$) e os que não apresentam dor com temperatura corporal de $30,58$ ($\pm 1,75$), sendo ($p=0,005$). Mesmo os atletas que não referiram dor, apresentaram aumento da temperatura nas regiões citadas. Nas outras regiões fotografadas não houve diferença significativa da temperatura em relação a presença ou não de dor, sendo ($p>0,05$), como mostra a na tabela 4.

TABELA 4 Valores médio de temperatura por região corporal na presença e ausência de dor.

LOCAL	TEMPERATURA MÉDIA
	DOR SIM
Ombro direito anterior	$31,5 \pm 1,06$
Ombro esquerdo anterior	$31,17 \pm 0,47$
Ombro direito posterior	$31,67 \pm 0,67$
Ombro esquerdo posterior	$31,65 \pm 0,84$
Braço direito anterior	$30,38 \pm 1,12$
Braço esquerdo anterior	$30,58 \pm 1,38$
Braço direito posterior	$29,50 \pm 1,38$
Braço esquerdo posterior	$29,74 \pm 1,23$
Lombar	$31,32 \pm 1,00$
Coxa direita anterior	$30,10 \pm 1,18$
Coxa esquerda anterior	$30,05 \pm 1,19$
Coxa direita posterior	$30,11 \pm 1,48$
Coxa esquerda posterior	$30,34 \pm 1,39$
Perna posterior direita	$29,08 \pm 0,82$
Perna posterior esquerda	$28,77 \pm 1,23$

As variáveis de temperatura e dor são apresentadas na forma média e desvio padrão.

DISCUSSÃO

Nos últimos anos a natação tem sido um dos esportes que tem ganhado grande importância mundialmente. Hoje, a seleção brasileira de natação é representada por atletas de nível internacional, trazendo bons resultados, como recordes sul-americanos e mundiais, finais e medalhas em campeonato Mundial e nas Olimpíadas.³ Esse esporte necessita de alto nível de treinamento, expondo os atletas a estresse intenso, tendo a possibilidade de gerar lesões e dores e constantes e consequentemente diminuindo o desempenho esportivo e até mesmo proporcionando abandono da sua prática esportiva.³

Sendo assim, o presente estudo não apresentou correlação entre as queixas algicas e o aumento da temperatura. Mas mostrou o aumento da temperatura quando comparados entre as variáveis como: sexo, tempo de treinamento, principal estilo, principal prova, se apresentava dor ou não, e a classificação dessa dor, através do EVA.

A tabela 1 mostrou que o estilo mais frequente na equipe é o estilo crawl, esses atletas nadam como prova principal a prova de 100 metros e o local de predominância de dor foi no braço anterior e posterior.

Em atletas a avaliação termográfica vem sendo muito utilizada, uso das imagens infravermelhas tem proporcionado melhorias nos resultados dos atletas por ser um instrumento na identificação de riscos e na prevenção de lesões, sendo uma importante ferramenta no acompanhamento do treinamento esportivo, a partir da avaliação da quantificação da carga de trabalho.¹³ Esses atletas são expostos a exaustão de treinos e competições, sendo assim as sobrecargas são comuns; portanto, diagnósticos precoces são importantes. Além do diagnóstico precoce, a localização da inflamação é um passo

fundamental no tratamento correto. A termografia também possibilita monitorar a temperatura da superfície corporal antes, durante e após o movimento e detectar mudanças na temperatura da pele causadas pelo exercício.⁹

Além disso, a evolução do tratamento de lesões pode ser monitorada utilizando imagens térmicas, porém, isso requer comparação de imagens basais para seguimento da lesão. Entretanto os resultados do presente estudo demonstraram que o aumento de temperatura corporal local não teve relação com a dor referida pelos atletas de natação. Foi possível observar a mudança no padrão térmico, mesmo quantitativo. A termografia permite que seja realizada uma avaliação inicial sem contato com o paciente, havendo dor intensa pode orientar o exame físico para as áreas provavelmente acometidas e evitando reação antálgica.

Conforme demonstrado na tabela 2, verificou-se diferença estatística entre temperatura corporal entre os sexos em algumas regiões analisadas, e em geral os homens apresentaram temperaturas mais elevadas. Foram encontradas diferenças significativas de temperatura em relação ao sexo na parte anterior de ombros direito: $32,4^{\circ}\text{C} \pm 0,49$; $30,8^{\circ}\text{C} \pm 0,69$ ($p=0,001$) e esquerdo $32,3^{\circ}\text{C} \pm 0,72$; $30,8^{\circ}\text{C} \pm 0,45$ ($p=0,002$) e na parte anterior de braço direito, respectivamente: $31,8^{\circ}\text{C} \pm 0,72$; $29,0^{\circ}\text{C} \pm 0,54$ ($p=0,001$) e esquerdo $31,7^{\circ}\text{C} \pm 0,79$; $29,9^{\circ}\text{C} \pm 0,75$ ($p=0,002$).

Em oposição a este fato, de Aguiar¹, em seu estudo sobre lesões desportivas na natação com atletas de alto rendimento, relatou não haver diferença de incidência de lesões entre os sexos. Essa diferença de temperatura entre os sexos pode ser explicada em parte devido ao fato de a mulher apresentar maior gordura corporal do que o homem, maior controle da sudorese, menor superfície corporal, menor

produção de calor metabólico e variações hormonais mediadas pelo ciclo menstrual, além do uso de contraceptivos orais durante fase da vida pré e pós-menopausa. Esses fatores tornam ainda mais complexo o comportamento térmico da mulher frente ao do homem.¹⁴

Algumas pesquisas apontam que variações de temperatura apresentadas ao longo do dia ocorrem em diferentes magnitudes conforme a região corporal de interesse e não de forma igualitária em toda a superfície corporal.¹⁹ Assim, diante das variações estatísticas apresentadas, parece ser claro que cada região corporal responde de forma específica de acordo com o horário do dia. Os autores concordam com a afirmação de Fernandes & Amorim (2012) que em diferentes horários do dia a temperatura corporal pode ser influenciada.¹⁹

Entretanto a maioria dos estudos científicos que apresentam variação do ciclo circadiano delimita-se verificar o comportamento das variáveis isoladamente ou em vários horários do ciclo de 24 horas, sendo que, em muitas vezes, os horários empregados não correspondem a real rotina de avaliação.¹³ Sabe-se que o turno da coleta pode interferir na temperatura corporal.

A verificação desses ritmos tem sido cada vez mais discutida pelos profissionais da área da saúde, seja para identificar o período do dia em que ocorrem as maiores incidências de morte em decorrência dos problemas coronarianos durante o exercício.¹⁰ E está sendo utilizada para instrumentalizar os técnicos e preparadores físicos quanto a melhor hora do dia para realizar as tarefas específicas.¹³

Ao realizar o exercício físico, ocorre um aumento da taxa metabólica, ou seja, aumento do calor interno. Modificando o equilíbrio térmico de perda e ganho de calor com meio ambiente. Com a sequência de exercício ocorre a redistribuição para a

pele, com o objetivo de troca de calor com o meio ambiente. Um estudo descrito por Moro *et. al*²⁸ observaram que o pico de temperatura ocorre durante a tarde e à noite. Conforme outro estudo de Lericollais *et al*²⁹ a temperatura corporal alcança seu pico por volta das 18 horas. Embora outros autores afirmam que o mínimo da temperatura central ocorre às 5 horas e no decorrer o dia nos períodos tarde e noite entre 14 e 20 horas, não há mudanças circadianas podendo assim interferir com os efeitos combinados do relógio biológico, sono, atividade física e mental.²⁸

Já a tabela 3 mostra que os atletas que treinam há menos tempo apresentam mais dor. Isso pode ser explicado por esses atletas de base não possuem um acompanhamento preventivo. Em atletas jovens que ainda estão no processo de crescimento/desenvolvimento acontece o chamado período do salto pubertário ou "*spurt period*", que é o processo de crescimento das cartilagens que estão em formação dos ossos longos (epífises), que são vulneráveis a lesões por sobrecarga mecânica (forças de compressão). Essas lesões são devidamente encontradas nos esportes de contato (futebol, rugby, handebol, basquetebol, judô, luta etc.) nos quais os macrotraumas são frequentes, e nos esportes que exigem repetições exaustivas de movimentos (voleibol, atletismo, ginástica, patinação artística, tênis, natação etc.) ocasionando microtraumas cujo os efeitos cumulativos ultrapassam a capacidade de adaptação biológica da estrutura osteoarticular aos esforços solicitados. Desta forma nas regiões osteoarticulares de inserção musculotendinosa (normalmente apófises) e capsulo-ligamentar as lesões acontecem por forças de tração bruscas exercidas por essas estruturas que nos jovens são mais fortes e resistentes que os locais de inserção, ocasionando a inflamação e nos casos mais graves lesões ósseas por arrancamento ou avul-

são.¹⁵

E em relação ao estilo, o crawl foi predominante. Isso pode ser explicado pois o nado **crawl** é uma das habilidades em que há evidente necessidade de padronização espaço temporal dos movimentos. O padrão respiratório pode interferir na aferição dos resultados, pois sabe-se que o crawl apresenta três tipos de respirações: sem inspiração (apneia), com inspiração unilateral (LP e LNP) e bilateral. O deslocamento eficaz e eficiente do corpo na água exige uma ação coordenada entre braços, pernas e respiração, favorável à sua propulsão. Desta forma, a organização temporal dos movimentos desses vários componentes é crucial para a ação. Talvez por isso, pode observar que os atletas do nado de crawl estejam repetindo uma série de movimentos idênticos, sobrecarregando somente um dos lados.¹⁶

Na tabela 4 observou se há aumento de temperatura nas diferentes regiões do corpo em relação a presença ou ausência da dor. Sabe-se que áreas hiperradiantes indicam o aumento da temperatura local, sendo assim, pode ser uma queixa referida ou não referida pelo paciente. A lesão desportiva pode ser definida por qualquer queixa física sustentada por alguns dias, pode acontecer no treino ou na competição, independentemente dos cuidados médicos, e esses atletas podem ser afastados da atividade desportiva levando dor e incapacidade de realizar o movimento.¹⁹

Alguns estudos apontam relação entre aumento da temperatura corporal e dor. Um estudo demonstrou que a termometria de contato em pessoas normais, diferenças de temperatura entre lados opostos do tronco e das extremidades não excedem $0,38 \pm 0,31^{\circ}\text{C}$.¹²

As radiações infravermelhas são refletidas através do fluxo sanguíneo da pele, podendo apresentar alterações como: vasculopatias, doenças inflamatórias, traumá-

ticas reumáticas e infecciosas, também pode haver alteração nas neuropatias pelo controle do sistema nervoso autônomo.¹² As pesquisas clínicas e experimentais observam a ligação entre as fibras nervosas simpáticas e vias aferentes.²⁰ Isso poderia explicar a não relação da temperatura com as queixas algícas.

No estudo de Brioschi e Abramavicus¹², as temperaturas acima de $0,5^{\circ}\text{C}$ apresentam diferenças significativas de disfunção entre um lado comparado a outro, dentre essas alterações podemos destacar: os mecanismos vasomotores que resultam em assimetrias infravermelhas; pacientes com dor apresentam imagens infravermelhas anormais associadas a alterações vasomotoras. Assim, alterações infravermelhas estão muito mais relacionadas à função fisiológica do que a morfologia em si. A imagem infravermelha pode auxiliar na detecção de alterações, no caso de queixas subjetivas, dentre elas dor no ombro; dor lombar e cervical ou extremidades que tem um mielograma ou tomografia negativa.¹⁰ Embora as lesões apresentem uma imagem infravermelha anormal com regiões assimétricas, a assimetria infravermelha entre os lados normal e sintomático, mudança no gradiente de radiação normal dos membros ou entre os lados medial e lateral, ou um distúrbio no padrão normal fisiológico de distribuição da radiação pode ser então que a dor seja real e presente no local.⁸ Pode servir de valor não somente no diagnóstico e documentação do problema, mas também no seguimento do paciente.

Outro estudo de Brioschi e Abramavicus¹² demonstrou que em estágios agudos a lesão periférica aparece mais hiper-radiante. E quando o processo inflamatório ou processo vai se regenerando a área se torna mais hiporradiante que o lado oposto¹². Assim podemos dizer que a assimetria infravermelha serve como um

marcador de anormalidade. A imagem infravermelha não demonstra a presença de dor, mas sim as alterações vasomotoras nas mesmas áreas de projeção¹².

Existem várias aplicações da termografia no campo da medicina como nas desordens neurológicas, reumatológicas, musculares, dermatológicas, doenças vasculares, alterações neurológicas, ginecológicas, ortopédicas e na Medicina Esportiva. Para todas as áreas, a termografia está estabelecida como uma medida que proporciona um mapeamento visual da distribuição da temperatura da pele, mas não quantifica valores absolutos de temperatura⁹.

Apesar do presente estudo não ter encontrado correlação entre a presença de dor e o aumento da temperatura local, a imagem infravermelha pode auxiliar na detecção de alterações no caso de queixas subjetivas, dentre elas dor no ombro; dor lombar e cervical ou extremidades que tem um mielograma ou tomografia negativa. Já na síndrome de dor miofascial, o ponto-gatilho se caracteriza por uma área hiperradiante focal, discóide geralmente 5-10 diâmetro e pelo menos 1°C acima da temperatura mais próxima do ponto gatilho.¹² Quando os pontos gatilhos são clinicamente tratados, as dores geralmente desaparecem, e as temperaturas da imagem infravermelha aparecem normais.²¹ Em muitos casos quando há dor crônica, as regiões se convertem em hiporradiantes. Isso explica que as imagens infravermelhas e outros distúrbios musculares/ou fasciais não acompanham a distribuição dos dermatômos.¹²

As imagens podem aparecer hiporradiantes ou hiperradiantes, isso depende da causa da lesão e tempo de evolução da área afetada. Em alguns pacientes, a radiação apresenta grande diferença entre lado comprometido e lado não afetado, o déficit neurológico também pode estar re-

lacionado com o grau de radiação.¹⁷ Normalmente a extremidade afetada torna-se mais hiperradiante, ou seja, região que apresenta maior temperatura depois de uma lesão aguda. Quando a lesão se torna crônica após 4 e 5 meses em alguns pacientes apresentam a região hiporradiação, temperaturas mais baixas no membro lesado.¹²

É sabido que a termografia infravermelha é utilizada no esporte para detectar diferença contralateral da temperatura da pele dos hemicorpos direito e esquerdo com objetivo de anteceder o possível estado lesional.²² Dessa forma, estudos apontam que o uso profissional da termografia infravermelha para acompanhamento longitudinal da temperatura da pele deverá ser realizado sempre no mesmo horário do dia e com o registro da hora em que foi realizada a imagem, evitando assim, erros de interpretação na análise termográfica.²³

Para o diagnóstico precoce, a localização da inflamação é um passo fundamental para o tratamento correto.¹⁷ A termografia também possibilita monitorar a temperatura da superfície corporal antes, durante e após o movimento e detectar mudanças na temperatura da pele causadas pelo exercício.¹⁸ Um estudo avaliou a temperatura corporal após um atleta realizar quatro tiros de 100 metros, sendo cada tiro de um estilo diferente (borboleta, costas, peito e crawl). Verificou-se que a região corporal com maior temperatura após cada tiro correspondeu ao nado costas, que é descrito na literatura como o nado de maior gasto energético e confirmou a possibilidade de verificação, a partir da termografia, da região corporal com maior gasto energético após a execução de um exercício.⁹

Considerando ainda os resultados na tabela 4, tem-se que a literatura documenta claramente que, em situações normais, o fluxo de sangue através da pele da maio-

ria das partes do corpo produz um padrão térmico simétrico. Mudanças qualitativas e quantitativas em padrões térmicos simétricos foram relatadas como indicadores de mudanças no metabolismo, hemodinâmica ou processos termorreguladores neuronais na região de interesse²⁴. A termografia, com os recursos tecnológicos que a acompanham nos dias de hoje, mostra-se como promissor meio auxiliar diagnóstico de alterações musculotendíneas agudas, nas quais há exacerbação da atividade simpática e possivelmente processo inflamatório associado.⁸

Em um estudo de Mello *et. al*²⁵ sobre as principais lesões desportivas, realizado nos clubes do estado de São Paulo, foi realizado um questionário de forma individualizada em 2015 atletas de natação em fase de competição, com perguntas sobre o tipo de lesão encontrada. Os resultados deste estudo apontaram 38,6% a região do ombro como a região mais acometida³. Esse estudo corrobora com os achados da tabela 4 como o ombro sendo a região mais lesionada desses atletas.

Outro estudo mostra que a dor no ombro referida, aparece como segunda causa de maior incidência e incapacidade entre as disfunções musculoesqueléticas, seguida da dor lombar.² Sendo assim a dor no ombro, vem se tornando a maior queixa dos atletas profissionais e amadores, com todo movimento que envolve a elevação do membro superior acima do nível do ombro.²⁶ O presente estudo demonstrou que a maior incidência de lesões dos atletas de natação foi na região de ombro, provavelmente por realizar esse movimento repetitivo e a elevação do membro gerando um estresse na articulação do ombro, podendo até mesmo gerar incapacidade funcional desses atletas. Segundo Batalha²⁶ a instabilidade do ombro é uma das alterações mais comuns na traumatologia desportiva. Outro estudo observou que

as lesões acontecem na parte física, ou seja, os trabalhos realizados fora da água como musculação, treino funcional, levantamento de peso olímpico e a utilização dos equipamentos de natação, como a utilização incorreta do palmar podem trazer problemas aos atletas e interferir no seu desempenho na água podendo inclusive afastá-los do treinamento.²⁶ Sabe-se que o descanso e a diminuição do treinamento são necessários para uma boa recuperação do atleta, mas mesmo assim todos os esforços devem manter o atleta em contato com a água, dessa maneira evitando o descondição físico e uma desvantagem competitiva.¹ Uma das queixas mais frequentes em nadadores é a dor no ombro, conhecida como “ombro do nadador”. Essa síndrome e outras lesões podem até mesmo acarretar problemas psicológicos devido ao atleta viver em função da modalidade praticada, bem como pode levá-lo a se tornar inábil para continuar treinando e competindo, sendo necessária a prevenção, uma vez que ela tem um fator de grande importância e relevância nesses casos.¹

Outra região que houve aumento da temperatura no presente estudo foi a coxa anterior direita e esquerda, isso pode ser explicado pelo quadríceps ser uma região de maior fluxo sanguíneo por apresentar uma maior vascularização local. Uma revisão sistemática realizada sobre a avaliação da temperatura da pele durante exercícios aeróbios, através da termografia, constatou que a temperatura da pele na fase inicial do exercício diminui. Porém, dependendo da sua intensidade e duração, a temperatura corporal aumenta, principalmente nas musculaturas ativas, em exercícios de média e longa duração.²⁷

O estudo de Fernandes²⁷, mostrou que o maior direcionamento de fluxo sanguíneo é para levar mais oxigênio a região muscular que está sendo exercitada, ou seja, o apor-

te de oxigênio para esta deve ser maior, logo, apresentando uma maior temperatura local. Uma revisão sistemática realizada sobre a avaliação da temperatura da pele durante exercícios aeróbios, através da termografia, constatou que a temperatura da pele na fase inicial do exercício diminui. Porém, dependendo da sua intensidade e duração, a temperatura corporal aumenta, principalmente nas musculaturas ativas, em exercícios de média e longa duração.²⁷

Sugere-se que novos estudos sejam realizados com os atletas de natação para que se possa contribuir com a avaliação e tratamento preventivo específico para este esporte.

CONCLUSÃO

Conclui-se que não houve correlação do aumento da temperatura com as queixas algicas dos atletas. Embora o presente estudo apresentou temperatura elevada em ambos os sexos, nas regiões: do ombro esquerdo anterior, braço esquerdo anterior; coxas direita e esquerda em região anterior.

AGRADECIMENTOS

Estudo desenvolvido no Complexo Aquático da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) – Palhoça (SC), Brasil. Agradecimentos ao técnico/gestor do Complexo aquático/ANADO pela disponibilidade e aos atletas pela colaboração.

REFERÊNCIAS

1. De Aguiar, P. R. C., Bastos, F. do N., Netto Júnior, J., Vanderlei, L. C. M. & Pastre, C. M. Lesões desportivas na natação. *Rev. Bras. Med. do Esporte* 16, 273–277 (2010).
2. Schuartzmann NS, Dos Santos FC, B. E. Dor no ombro em nadadores de alto rendimento: possíveis intervenções fisioterapêuticas preventivas. *Rev. Ciênc. Méd, Campinas*. 14, 199–212 (2005).
3. Venâncio, B. O., Tacani, P. M. & Deliberato, P. C. P. Pain prevalence in swimming athletes of São Caetano do Sul. *Rev. Bras. Med. do Esporte* 18, 394–399 (2012).

4. Arliani GG, Belangero OS, Runco JL, C. M. O modelo da Associação brasileira de Futebol (CBF) para estudos epidemiológicos sobre lesões profissionais de jogadores de futebol. *Clinics*. 66, 1707–1712 (2011).
5. Bandeira, F., Moura, M. A. M. de, Souza, M. A. de, Nohama, P. & Neves, E. B. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? *Rev. Bras. Med. do Esporte* 18, 246–251 (2012).
6. Kumar Vabbas, Abul K A, J. C. R. *Patologia básica*. (2013).
7. Vescovi, JD, Falenchuck O, W. G. Concentração e liberação de lactato de sangue em nadadores elite durante uma competição de eliteInternational. *J. Sport. Physiol. Perform*. 6, 106–117(2016)
8. Brioschi, M. L. et al. Documentação da síndrome dolorosa miofascial por imagem infravermelha. *Acta Fisiatrica* 14, 41–48 (2007).
9. Côrte, A. C. R. & Hernandez, A. J. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. *Rev Bras Med Esporte* 22, 315–319 (2016).
10. Brioschi ML, Macedo JF, M. R. Termometria cutânea: novos conceitos. *Termom. cutânea novos conceitos. J Vasc Bras*, 2, 151–60 (2003).
11. Gabbett TJ, P. L. Incidência de lesões em jogadores semi-profissionais da liga de rugby. *Br. J. Sport. Med*. 37, 36–44 (2008)
12. Publ. N 1 558 071 Rev. A196, D. 2006. FLIR Systems Inc., ThermaCAM Researcher Professional Edition User's Manual. Version 2.8 SR-3,
13. Fernandes, A. & Amorim, P. Avaliação da temperatura da pele durante o exercício através da termografia infravermelha: uma revisão sistemática. *Revista Andaluza de* 5, 113–117 (2012).
14. Costa, C. M. A. Utilização da técnica de termografia infravermelha para identificar variações da temperatura da pele ao de mulheres militares longo de um dia. Diss. apresentada à Univ. Fed. Viçosa, como parte das Exig. do Programa Pós-Graduação em Educ. Física, para obtenção do título Magister Sci. 5, 48–77 (2012).
15. Oliveira, R. Lesões nos Jovens Atletas: conhecimento dos fatores de risco para melhor prevenir. *Rev. Port. Fisioter. no Desporto* 33–38 (2007).
16. Apolinario, M. R. et al. Efeitos de diferentes padrões respiratórios no desempenho e na organização temporal das braçadas do nado 'Crawl'. *Rev. Bras. Educ. Física e Esporte* 26, 149–159 (2012).
17. IASP. International Association for the Study of Pain. in <http://www.iasppain.org/Education/Content.aspx?ItemNumber=1698&navItemNumber=576>. acesso em 16-09-2017
18. Fischer AA, C. C. Thermographic documentation of trigger-points: corroboration by pressure threshold

measurement. *Med. Thermol.* 115–9(2008)

19. McCaffery, M., B. A. Pain in the elderly: special considerations. *Pain: Clin. Man. Nurs. Pract.* Mosby, USA 308–323, (1989).

20. Huygen FJ, Niehof S, Klein J, et al. Computer-assisted skin videothermography is a highly sensitive quality tool in the diagnosis and monitoring of complex regional pain syndrome type I. *Eur J Appl Physiol* May;91, 516–24. (2004).

21. Hakguder A, Birtane M, Gurcan S, et al. Efficacy of low level laser therapy in myofascial pain syndrome: an algometric and thermographic evaluation. *Lasers Surg Med.* 33, 339–43 (2003).

22. Hildebrandt C, Raschner C, A. K. An Overview of Recent Application of Medical Infrared Thermography in Sports Medicine in Austria. *Sensors.* 10, 4700–15. (2010).

23. Costa, C. M. A. Variações da temperatura da pele ao longo de um dia empregando a técnica de termografia infravermelha em homens militares. Diss. apresentada à Univ. Fed. Viçosa, como parte das Exig. do Programa Pós-Graduação em Educ. Física, para obtenção do título Magister Sci. 4, 49–77 (2012).

24. Haddad DS, Brioschi ML, A. E. Correção termográfica e clínica dos pontos gatilhos miofasciais nos músculos mastigatórios. *Radiol. Dentomaxilofacial* 41, 621–629. (2012).

25. Mello DN, Silva AS, R. F. Lesões músculo esqueléticas em atletas competidores de natação. *Fisioter. em Mov.* 20, 123–27 (2007).

26. Batalha, N. M. P. et al. Perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros em jovens nadadores. *Rev. Bras. Cineantropometria e Desempenho Hum.* 14, 545–553 (2012).

27. Fernandes, A. A. et al. Avaliação da temperatura da pele durante o exercício através da termografia infravermelha: uma revisão sistemática. *Rev. Andaluza Med. del Deport.* 5, 113–117 (2012).

28. Moroa V.L., Matheus b S.C., Santos b L.D, Kleinpaul J.F , Behenckc M.S. e. Moroa A.R.P. Influência dos ritmos circadianos na temperatura corporal, no sistema cardiovascular, no desempenho psicomotor e neuromuscular *Rev Andal Med Deporte.* 2012;5(1):12-18

29. Lericollais R, Gauthier A, Bessot N, Sesböüé B, Davenne D. Time-of-day effects on fatigue during a sustained anaerobic test in well-trained cyclists. *Chronobiol Int.* 2009;26:1622-35.